7º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

TÍTULO DO TRABALHO:

Avaliação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) no âmbito das Cartas SAO: Identificação de lacunas e proposição de variáveis biológicas em sua composição.

AUTORES:

Chayonn Marinho, João Luiz Nicolodi, Maria Isabel Machado.

INSTITUIÇÃO:

FURG - Universidade Federal do Rio Grande.

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 7° Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 7° PDPETRO, realizado pela a Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 27 a 30 de outubro de 2013, em Aracajú-SE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 7°PDPETRO.

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE SENSIBILIDADE DO LITORAL (ISL) NO ÂMBITO DAS CARTAS SAO: IDENTIFICAÇÃO DE LACUNAS E PROPOSIÇÃO DE VARIÁVEIS BIOLÓGICAS EM SUA COMPOSIÇÃO.

Abstract

The increasing global consumption of oil and its derivatives stimulated the discovery and exploration of new oil fields, increasing production and shipping, this way raising the risk of accidents with oil. Regarding this matter, public political instruments have been developed aiming to minimize these effects. In Brazil, from the law 9966/00 (Oil Law), MMA(Environmental ministry) has undertaken efforts to standardize and implement the necessary measures for effective actions to prevent and control problems caused by oil activities, by identifying environmentally sensitive areas to oil contact. This way, the ESO (Environmental Sensibility to Oil) charts are presented. These charts group geomorphological characteristics, which are aggregated into an index defining the coastal sensitivity from the substrate type, slope and coastal hydrodynamic. This classifying index is called Environmental Sensitivity Index (ESI); the biological and socioeconomic characteristics are only represented by icons on the charts and do not account in the index. Therefore, the methodology disregards the biological characteristics of the region, underestimating the real environmental sensitivity to oil. This work included a number of biological variables (Integral Protection Conservation Unit, Sustainable Use, Conservation Unit, Endemic Species, Endangered Species, Breeding Areas and Feeding Areas) in the index by the method of pairwise comparison matrix, Saaty, 1996, by aggregating letters indicating the biological sensitivity (A= high, B= moderate, C=low). Experiments were conducted in the State Park Itapuã and surrounding areas; Ponta do Cego, located in Lami Biological Reserve, got 10-C index, Pedreira Beach and Tiger Beach got 4-C and 4-B index, respectively. With this improved method is expected to partially solve one of the major shortcomings in the methodology for mapping sensitivity to oil in Brazil: Not integrating biological variables in the composition of the index.

Introdução

O aumento do consumo de petróleo e seus derivados acarreta o desenvolvimento de tecnologias e descobertas de novos campos petrolíferos (CETESB, 2007). Apesar disso, a produção de petróleo de alguns países continua insuficiente para atender a sua demanda, tendo que importa-lo das regiões que possuem maior capacidade de produção. Como a localização desses campos petrolíferos, nem sempre é próxima das áreas de consumo, torna-se necessário o transporte por meio de embarcações, caminhões ou tubulações. Assim, intensifica-se cada vez mais o transporte, crescendo também o risco de acidentes com os navios petroleiros (LIMA *et al.*,2008).

No Brasil, após o incidente ocorrido em 2000 na Baia de Guanabara - RJ, os órgãos ambientais e reguladores foram obrigados a implantar medidas mais efetivas para prevenção e controle dos problemas causados pelas atividades da indústria do petróleo. A partir da Lei do Óleo, 9966/00, o Ministério do Meio Ambiente vem empreendendo esforços no sentido de normatizar e implementar as medidas necessárias para a efetividade dessas ações.

Nesse contexto estão inseridas as Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamento de Óleo – Cartas SAO -, que definem áreas ecologicamente sensíveis ao óleo, caracterizadas pelo maior risco, tanto biológico quanto socioeconômico, de serem atingidas pelo óleo; sendo que medidas de resposta bem sucedidas podem resultar em significativa redução da contaminação. As Cartas SAO fornecem informações biológicas, socioeconômicas e geomorfológicas sobre os ecossistemas costeiros. De maneira específica, os recursos biológicos e socioeconômicos são expressos na forma de ícones,

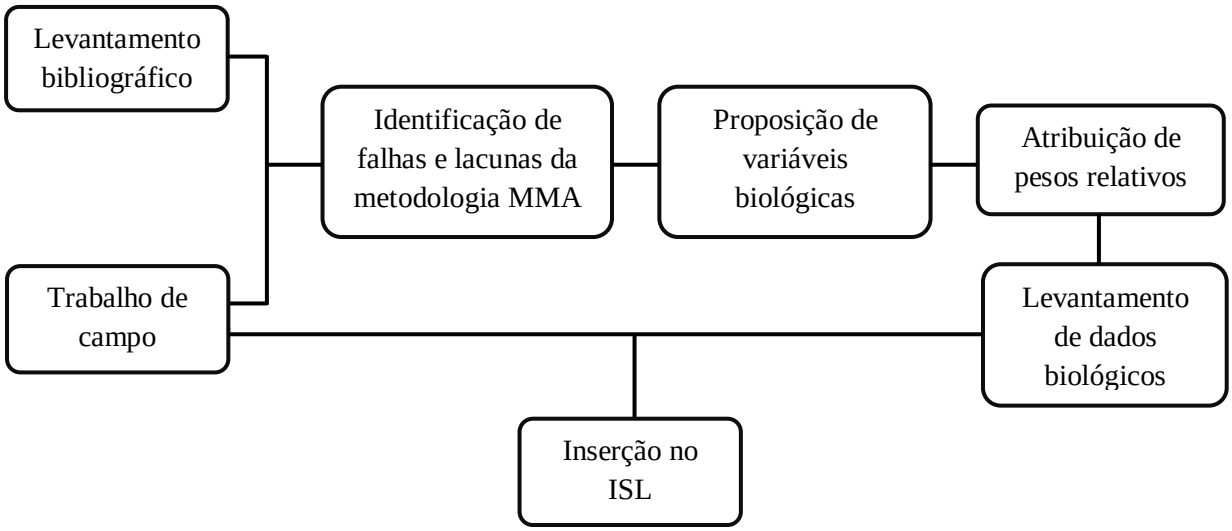
indicando a existência de espécies e atividades que possam ser impactadas em caso de incidente com óleo. Já as características geomorfológicas estão incorporadas em um Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), sendo este a principal informação contida nas Cartas. O ISL considera o grau de exposição à energia de ondas e marés, declividade do litoral e tipo de substrato para classificar os diversos tipos de contorno de costa em uma escala de 1 a 10, cada qual representado por uma cor, sendo que quanto menos sensível o ambiente menor o valor do índice.

Entretanto, o conceito de sensibilidade utilizado para a caracterização da linha de costa não agrega as informações biológicas. Por exemplo, um costão rochoso classificado como ISL 2, devido à sua impermeabilidade e alta hidrodinâmica, pode abrigar uma colônia de aves, resultando assim em um ambiente de alta sensibilidade. Poderemos ter também uma praia arenosa de ISL 3 com uma elevada importância para a desova de tartarugas marinhas (VASCONCELOS *et al.*, 2010). A visão prática e mais focalizada nos aspectos geomorfológicos de Gundlach & Hayes, 1978, responsáveis por introduzir esta metodologia nos EUA, justificou a classificação das praias de areia fina como menos vulneráveis do que as praias de areia grossa. Cardoso, 2006, estudando a macrofauna bêntica de praias do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, mostrou que praias com características físicas semelhantes podem apresentar composição faunística distinta e, consequentemente, diferentes níveis de sensibilidade ao óleo.

Assim, o presente trabalho propõe um refinamento da classificação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) em ambientes geomorfologicamente semelhantes, mas com peculiaridades biológicas distintas.

Metodologia

A metodologia utilizada para o presente trabalho encontra-se esquematizada no fluxograma abaixo.



Primeiramente foi feito um levantamento bibliográfico e trabalho de campo realizado no Parque Estadual de Itapuã e áreas do entorno (Lago Guaíba) em setembro de 2012. A bibliografia foi consultada através de uma série de trabalhos universitários relacionados ao tema, artigos publicados, documentos oficiais de empresas como a Petrobrás e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) e a experiência de profissionais envolvidos em processos de mapeamentos de sensibilidade. O trabalho de campo contou com a participação de professores e estudantes de graduação e pós-graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

Assim, foram mapeadas as características geomorfológicas, biológicas e socioeconômicas da área de estudo através da utilização e preenchimento de planilhas de campo para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental, encontrada nos anexos das *"Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo"* do Ministério do Meio Ambiente, 2007.

As informações iniciais a respeito da metodologia brasileira foram cruciais para a identificação das falhas e lacunas na definição do ISL, sendo fator importante na proposta de modificações na planilha de mapeamento da sensibilidade costeira devido, principalmente, à dificuldade em enquadrar a metodologia MMA para as peculiaridades do ambiente lagunar do Guaíba.

Proposição de variáveis biológicas

Devido à necessidade de uma abordagem mais realística e integrada da natureza, onde a biota interage com o meio em que vivem, foram propostas seis variáveis com importância biológica na composição do ISL, que segundo a metodologia oficial considera somente o meio sensível ao óleo. As variáveis são: Unidades de Conservação de Proteção Integral, Unidade de Conservação de Uso Sustentável, espécies em extinção, espécies endêmicas, área de reprodução e área de alimentação.

As Unidades de Conservação, em um contexto de crescimento populacional e crescente demanda pelo petróleo, as quais geram gradativas perdas de biodiversidade, são alternativas necessárias para a minimização desses impactos (HENRY-SILVA, 2005). Sustenta-se assim a importância em ressaltar e incluir as Unidades de Conservação no ISL, pois, devido suas características são totalmente sensíveis a um derrame de óleo, independentemente do tipo de ambiente presente nelas. Também, dentro deste contexto de proteção, enquadram-se as espécies em extinção e endêmicas. A necessidade de todas estas variáveis no ISL torna-se importante à medida que os prejuízos de uma contaminação por óleo podem ser ainda maiores quando as espécies atingidas são raras, ameaçadas de extinção, endêmicas, ou também afetadas indiretamente pela perda de habitat ou dos seus recursos vitais como as áreas de alimentação e áreas de reprodução (HALLS *et al.*, 1997). Essas áreas de alimentação e reprodução são locais onde ocorrem concentrações de indivíduos ou presença dos mesmos em determinadas fases importantes do seu ciclo de vida, sendo a destruição desses habitats fator responsável pela perda não só de indivíduos, como às vezes de espécies.

Visto a necessidade de integração biológica no índice de sensibilidade, é importante ressaltar que as variáveis terão diferentes pesos devido às distintas prioridades de proteção e importâncias no ISL.

Atribuição dos pesos relativos

Os pesos referentes a cada variável foram atribuídos através do método de Matriz de Comparação Pareada, Saaty, 1977, o qual estabelece a importância relativa de cada variável e determina a mais influente no ISL. Neste método os fatores são comparados dois a dois, utilizando como referência a escala contínua de nove pontos (fig.1), Eastman, 2001, que classifica as variáveis segundo a importância relativa entre elas. Os pesos relativos são calculados baseando-se em conceitos matemáticos de autovetores e autovalores estabelecidos por Saaty, 1996.

Fig. 1: Escala contínua de nove pontos para elaboração da matriz pareada

Para que não haja discrepância nas atribuições das importâncias relativas entre os atributos, devido aos julgamentos subjetivos, utiliza-se o Índice de Consistência (IC), o qual reflete o grau de coerência das comparações, sendo ideal um valor de IC baixo (SAATY, 1996). Um dos fatores de sucesso na aplicação deste tipo de matriz nas ciências ambientais é torna-la o menos subjetiva possível. Assim, uma das formas encontradas para reduzir a subjetividade foi a aplicação de entrevistas com pesquisadores e atores sociais relevantes. Para que a matriz deste trabalho pudesse ser preenchida, utilizamos como fonte de informações e opiniões o trabalho de campo realizado no Parque Estadual de Itapuã. A partir desses resultados, foram estabelecidas as importâncias relativas e calculados os pesos através da ferramenta WEIGH do IDRISI (versão TAIGA), que calculou também o IC.

Levantamento de dados biológicos

O levantamento da biota local foi realizado no trabalho de campo, o qual identificou os ecossistemas presentes e as espécies da fauna e flora associadas. Ressalta-se a importância desse levantamento, pois o mesmo será utilizado para a posterior integração no ISL de cada ambiente mapeado, de acordo com a presença/ausência de tais recursos.

Inserção no ISL

A partir do mapeamento oficial da área de estudo, serão associadas aos índices de sensibilidade ambiental as letras “A”, “B” e “C”, que variam de maior sensibilidade para menor sensibilidade biológica. A letra será definida de acordo com o somatório de peso (s) da variável (s) presente (s) na região de estudo. Os intervalos são: 0,036 – 0,35 referentes à letra C (baixa sensibilidade biológica); 0,36 – 0,67 referentes à letra B (moderada sensibilidade biológica); 0,68 – 1,0 referentes à letra A (alta sensibilidade biológica). O intervalo C inicia no valor 0,036, pois é o peso referente à variável de menor peso, de maneira que não existe a possibilidade de iniciar com valores abaixo deste.

Resultados e Discussão

Lacunas da metodologia MMA

No decorrer do mapeamento no campo de Itapuã, o grupo que mapeou o ISL teve algumas dificuldades em enquadrar os ambientes lagunares nos diferentes níveis de sensibilidade proposto pela metodologia. A falha mais evidente é com relação ao ISL 10, o qual enquadra em sua definição as margens de rios e lagoas. Assim, se esta determinação fosse considerada, as margens do Lago Guaíba seriam mapeadas como ISL 10 em sua totalidade, o que não permitiria nenhuma diferenciação de sensibilidade entre os ambientes e prioridade de proteção de alguma área específica, fato este que é agravante quando da necessidade de resposta rápida a um incidente com óleo. Entretanto, o Lago apresenta diferentes ambientes geomorfológicos como praias arenosas, praias cascalhosas, costões rochosos e margens vegetadas, que possuem diferentes sensibilidades ao óleo, característica que permite, em caso de um possível derrame de óleo, que possam ser identificadas áreas de menor sensibilidade, para atuar como possíveis áreas de sacrifício.

Em alguns índices de sensibilidade são definidos critérios de ambientes abrigados, semi-abrigados ou expostos à ação de ondas. No sistema lagunas do Guaíba foram encontradas algumas dificuldades na definição destes ambientes, pois, as grandes dimensões do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos favorecem a enorme pista dos ventos predominantes, o nordeste e o sudeste, de maneira que ambientes geomorfologicamente abrigados podem, em determinadas épocas do ano, tornarem-se expostos. É o caso da Praia do Tigre, que de acordo com sua morfologia é considerada uma praia abrigada, entretanto sua localização favorece a entrada de ventos de sudeste, com grande pista de vento (fetch), necessitando, portanto, o aprimoramento destas definições.

Segundo a CETESB (2007), praias compostas por sedimentos finos (areias e lamas) são ecossistemas mais ricos, complexos e com maior biodiversidade, sendo considerados mais sensíveis do que as praias de areia grossa e cascalho. Definição esta que é oposta a metodologia oficial do MMA, a qual propõe que a sensibilidade costeira ao óleo seja somente associada ao comportamento do óleo no substrato, sendo relevante para os aspectos de penetração e persistência do óleo após o derrame. Dessa maneira, um ambiente costeiro seja ele arenoso, rochoso ou vegetado, não deve ter sua sensibilidade definida apenas por características morfológicas, de maneira que a biota interage com o meio e desenvolvem-se a partir dos recursos fornecidos.

Nas Cartas SAO as características biológicas estão representadas apenas de maneira descritiva, o que para a aplicação prática deste instrumento torna-se ineficiente, de modo que o profissional responsável pelo seu manuseio pode não identificar o grupo biológico e sua a sensibilidade ao óleo, sustentando assim, a necessidade da integração das características biológicas no ISL.

Aplicação da Matriz Pareada

Os pesos atribuídos a cada variável estão representados graficamente na figura 2. De acordo com o método de matriz de comparação pareada, baseada nas informações colhidas no trabalho de campo para preenchimento da matriz, foram obtidos os seguintes resultados: os maiores pesos são referentes às espécies em extinção e espécies endêmicas, com peso relativo a 71,98% do total. As áreas de reprodução representam 12,72% enquanto que as Unidades de Conservação de Proteção Integral e as Unidades de Conservação de Uso Sustentável são representantes de 7,77% e 3,64%, respectivamente. Por fim, as áreas de alimentação foram consideradas a menos influente no índice, com apenas 3,9% de importância relativa do total.

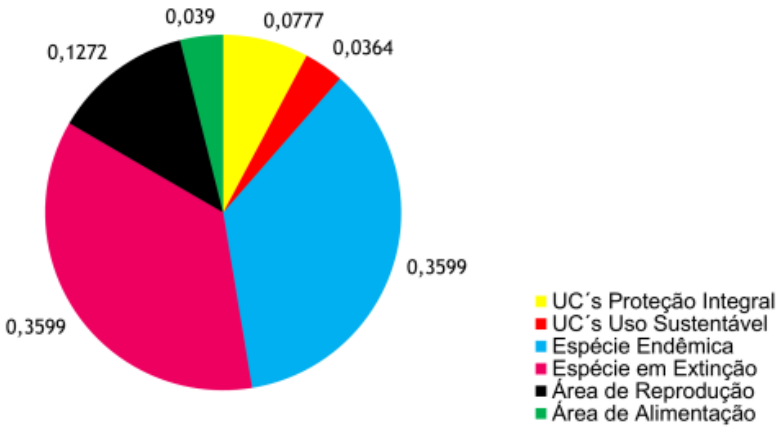


Figura 2: Representação gráfica dos pesos relativos a cada variável.

Mapeamento oficial x Mapeamento proposto

Dentre todas as regiões mapeadas, três segmentos tiveram seus índices de sensibilidade alterados em função da presença de variáveis biológicas, alterações estas, representadas pela inserção de letras (A= alta sensibilidade biológica; B= moderada sensibilidade biológica; C= baixa sensibilidade biológica). A Ponta do Cego, localizada na área da Reserva Biológica do Lami, pelo mapeamento oficial apresenta ISL 10 devido à característica de margem vegetada. Ao ser aplicado o método proposto de integração biológica no ISL, a Reserva Biológica do Lami, por ser uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, obteve peso referente a 0,0777, enquadrando a região no intervalo C de sensibilidade biológica, tendo por fim índice 10-C. A Praia da Pedreira, localizada no Parque Estadual de Itapuã apresenta, pela metodologia do MMA, ISL 4 devido a característica de praia de areia média a fina. Nesta praia foi identificada uma área de reprodução de tartarugas tigre d´agua (Trachemys dorbigni). Assim, sua localização em uma Unidade de Conservação de Proteção

Integral e a presença da variável "área de reprodução" foram responsáveis por enquadrar a Praia da Pedreira no intervalo C, indicando baixa sensibilidade biológica com índice final 4-C. A Praia do Tigre, também localizada no Parque Estadual de Itapuã e de ISL 4 devido as mesmas características da Praia da Pedreira, é a região de localização da espécie vegetal e endêmica Ephedra tweediana (Efedra). Assim, foi enquadrada no intervalo B de moderada sensibilidade biológica, tendo por fim índice 4-B.

Assim, a diferença entre o intervalo "C" da Ponta do Cego e da Praia da Pedreira para o intervalo "B" da Praia do Tigre se dá em função da presença da variável "espécie endêmica", o que valoriza a proteção ambiental da região. O intervalo "A" de alta sensibilidade biológica não foi obtido em nenhum ambiente do trecho mapeado. Este fato se deu pela dificuldade em identificar áreas de alimentação e da inexistência de espécies em extinção. Dessa maneira, estas duas variáveis foram suficientes para que a soma total dos pesos não ultrapassasse o valor de 0,60, que se enquadra no intervalo "B".

Conclusões

Existem diferenças ambientais entre os dois países suficientes para que o índice torne-se falho quando adaptado a realidade brasileira. A própria dimensão e diversidade da costa brasileira, na qual diferentes ecossistemas são encontrados, requer o desenvolvimento de índices específicos para as diferentes regiões, pois um único método não é suficiente para abranger as especificidades de todas as bacias sedimentares marinhas encontradas no território nacional. Este é o caso da área de estudo do presente trabalho, onde foram encontradas algumas lacunas no processo de identificação de áreas sensíveis ao óleo devido às características lagunares do Guaíba, não permitindo que suas margens fosse todas enquadradas no ISL 10. Também, não seria ideal que toda margem tivesse o mesmo índice, onde os segmentos não apresentariam nenhuma distinção com relação à sensibilidade, o que em uma situação de emergência pode ocasionar algum tipo de dúvida quanto ao procedimento a ser adotado.

A metodologia brasileira para determinação da sensibilidade costeira ao contato com o óleo leva em consideração apenas as características geomorfológicas e hidrodinâmicas da região, mesmo tendo em vista que ambientes geomorfologicamente semelhantes podem apresentar características biológicas distintas. O modo com que as características biológicas são apresentadas nas Cartas SAO deixa as mesmas imperceptíveis perante as demais fontes de informações, pois sua visualização através de ícones agrupados em um box não favorece o esclarecimento do nível de sensibilidade biológica da região, apenas a presença ou ausência destas.

O processo utilizado para a atribuição dos pesos relativos às variáveis adequou-se corretamente ao contexto do trabalho, e serviu de subsidio para a integração biológica no ISL. Também, as entrevistas que foram realizadas com o intuito de diminuir a subjetividade do método foram fundamentais para a consistência dos pesos, sendo responsáveis pelo baixo IC, caracterizado como aceitável no valor de 0,05.

A área de estudo escolhida para a aplicação da metodologia, devido aos seus diferentes ambientes, mostrou-se adequada, sendo realizada a integração biológica em ambientes distintos. Contudo, a presença de apenas três variáveis biológicas na região não permitiu que a metodologia fosse aplicada em mais trechos, o que viria a contribuir mais ainda ao aprimoramento do método.

Entre os trechos mapeados, três tiveram seus índices caracterizados pela biota: A Ponta do Cego ISL 10-C, a Praia da Pedreira ISL 4-C e a Praia do Tigre ISL 4-B. Esses resultados mostraram-se satisfatórios, à medida que o único trecho com a presença de espécie endêmica foi caracterizado como o mais sensível, no intervalo "B" de sensibilidade biológica.

Portanto, o presente trabalho contribuiu de maneira efetiva no processo de identificação de áreas sensíveis ao óleo, gerando subsídios para a qualificação da sensibilidade do litoral e praticidade para o instrumento das Cartas SAO através da visão integrada entre os recursos não vivos (substrato) e vivos (biota). Tendo em vista os resultados obtidos, esse estudo será desenvolvido para alcançar maior amplitude sobre o tema através da elaboração de uma dissertação de mestrado, a qual está em andamento.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Programa de Recursos Humanos PRH-27 e seus profissionais por todo apoio e a ANP e Petrobrás pela oportunidade de desenvolvimento do presente trabalho.

Referências Bibliográficas

CARDOSO, C. D. P. C. 2006. Estudo da macrofauna bêntica de praias do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, como subsídio a elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental a derrames de petróleo. Trabalho de Graduação em ecologia – UNESP.

CETESB. 2007. Ambientes costeiros contaminados por óleo. Manual de orientação da Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental. 120 p.

EASTMAN, J. R. 2001. Decision support: decision strategy analysis. Worcester: Clark Labs, Clark University, Vol. 2: 22 p.

GUNDLACH, E. R.; HAYES, M. O. 1978. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. Journal of Marine Technology Society. Carolina do Sul, 12 (4): pag. 18-27.

HALLS, J.; MICHEL, J.; ZENGEL, S.; PETERSEN, J. 1997. Environmental Sensitivity Index Guidelines , version 2.0. Seattle: Harzadous Materials Response and Assessment Division, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 79 p.

HENRY-SILVA, G. G. 2005. A importância das unidades de conservação na preservação da diversidade biológica. Trabalho publicado na revista Logos, n° 12.

LIMA, M. V.; BRITO, D. D.; MILANELLI, J. C. C. 2008. Mapeamento da Sensibilidade Ambiental a derrames de Óleo em Ilhabela, São Paulo. Revista Brasileira de Cartografia No. 60/02.

MMA. 2007. Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. 107 p.

SAATY, T. L. 1977. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. Jornal de Psicologia Matemática 15: pag. 234-281.

SAATY, T. L. 1996. The analytic hierarch process. RWS Publications.

VASCONCELOS, T. L.; BARBOSA, C. C. A.; VALDEVINO, D. S.; SÁ, L. A. C. M. 2010. Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo e sua distribuição no Brasil. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Recife, PE.